

Таким образом, применяя метод зеленого строительства можно значительно экономить тепловую энергию, снижать энергозатраты и устранять неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Список использованных источников

1. Sustainable (Green) Building [Электронный ресурс]. URL: <http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/materials/> (дата обращения 12.11.2016).
2. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению электропотребления зданий / А. С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 1. С. 9–13.
3. Benefits of Green Building [Электронный ресурс]. URL: <http://dfsgreen.com/consulting.php?view=benefits> (дата обращения 12.11.2016).
4. Omer A. M. Low energy building materials: an overview / A. M. Omer. Environment 2010: Situation and Perspectives for the European Union: materials of international symposium. Porto, 2010. P. 1-6.
5. Robert L. F. Energy-efficient new construction / L. F. Robert // Guide to Building Energy Efficient Homes. 2009. P. 130-140.

УДК 62-611

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ С УХОДЯЩИМИ ГАЗАМИ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A METHOD OF HEAT RECOVERY OF LEAVING STACK BOILER GASES

Попова Е. С., Шемпелев А. Г.

Вятский государственный университет, г. Киров, ekaterina_popova_1993@list.ru

Popova E. S., Shempelev A. G.

Vyatka State University, Kirov

Аннотация: Представлены результаты исследования и разработки рационального способа утилизации теплоты уходящих газов и оценка его эффективности по повышению КПД котла. В работе произведен расчет системы теплоснабжения здания с частичным отоплением с помощью теплых полов. На основе данного расчета определена температура обратной сетевой воды, поступающей для утилизации теплоты уходящих газов. Составлена математическая модель «Котел-теплоутилизатор». Разработана и рассчитана конструкция газоводяного теплоутилизатора с применением позонного метода расчета.

Abstract: Research and development of a rational method of heat recovery of leaving stack boiler gases and assessment of its efficiency on increase in efficiency of boiler are presented. During its execution, calculation of system of heat supply of the building with the partial heating by means of under floor heating was made. On the basis of this calculation determined the temperature of leaving stack boiler gases. The mathematical model "Boiler-heat exchanger" is made. Developed construction of the gas-water heat exchanger with the use of the zone method of calculation.

Ключевые слова: водогрейный котел; низкотемпературная система отопления; обратная сетевая вода; утилизация теплоты уходящих газов.

Key words: boiler; low-temperature system of heating; heating water; heat recovery of leaving stack boiler gases.

Эффективное использование энергетических ресурсов – фактор экономического роста. Поэтому вопросы энергосбережения и рационального энергоиспользования являются как никогда актуальными в стратегии развития энергетики и промышленности России. Необходимо существенно изменить подход к использованию энергетических ресурсов предприятий, а также обеспечить внедрение инновационных энергосберегающих технологий в топливно-энергетический комплекс нашей страны.

Одним из достаточно эффективных путей решения проблемы энергосбережения является глубокая утилизация теплоты уходящих газов в котлах небольшой и средней мощности путем их охлаждения до температур, лежащих ниже точки росы, то есть теплотехнология с конденсацией водяных паров из продуктов сгорания топлива [1-3].

Стремление к повышению температуры нагрева воды выше температуры мокрого термометра, а также к обеспечению высокого качества нагреваемой воды приводит к необходимости широкого применения конденсационных поверхностных теплообменных аппаратов.

Необходимо отметить, что глубокое охлаждение продуктов сгорания топлива имеет свои специфические особенности.

1) При выборе величины температуры уходящих газов следует руководствоваться условиями работы газоотводящих трактов котельных. При снижении температуры уходящих газов до 60-80 °С будет происходить конденсация водяных паров в дымососе, газоходах и дымовой трубе, что неизбежно приведет к разрушению последних.

2) При утилизации низкопотенциальной теплоты использование теплообменных аппаратов традиционных конструкций приводит к увеличению площади теплообменной поверхности до величины, соизмеримой с поверхностями котельного агрегата.

В качестве объекта исследования был выбран водогрейный котел *Lavart R*, работающий на природном газе.

В ходе выполнения данной научно-исследовательской работы решены следующие задачи:

1) Разработана и рассчитана система теплоснабжения для микрорайона с однотипными восьмиэтажными домами с частичным отоплением с помощью теплых полов [4]. Построен отопительно-бытовой температурный график сетевой воды, демонстрирующий снижение температуры обратной сетевой воды с использованием низкотемпературной системы отопления.

2) Подобраны котельные агрегаты на заданную мощность.

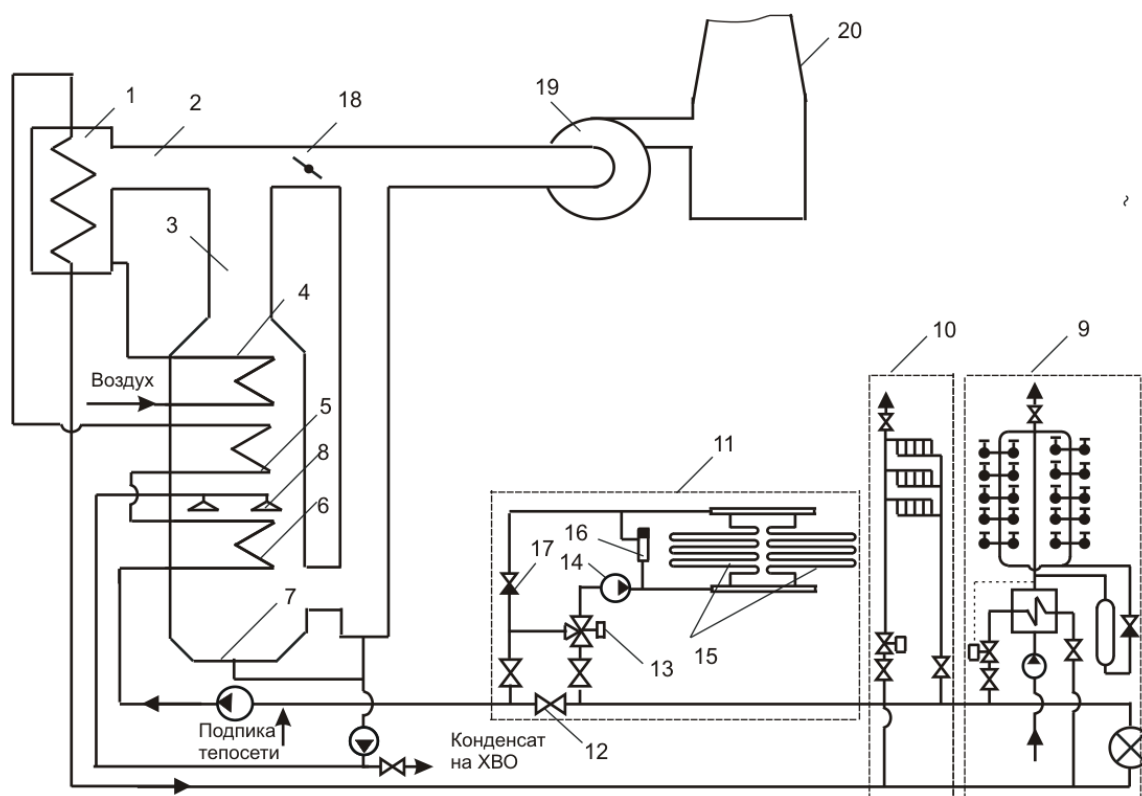
3) Произведен анализ существующих схем утилизаций теплоты уходящих газов.

4) Разработана схема утилизации теплоты уходящих газов котельного агрегата (рисунок).

5) Проведены расчеты по полученной математической модели работы конкретного котельного агрегата. Результаты представлены в таблице.

6) Определено, что утилизация теплоты уходящих газов обеспечивает прирост среднегодового КПД котельного агрегата, работающего на газовом топливе, в размере 5,43 %.

7) Произведено исследование работы утилизационного теплообменника при помощи позонного метода расчета [5].



Принципиальная схема утилизации теплоты уходящих газов

- 1 – водогрейный котел; 2 – газоход котла; 3 – байпасный газоход;
4 – подогреватель воздуха; 5 – экономайзер; 6 – конденсирующий теплообменник; 7 – поддон; 8 – ороситель; 9 – система ГВС; 10 – система отопления; 11 – система низкотемпературного отопления; 12 – разделительная арматура; 13 – трехходовой смеситель; 14 – насос; 15 – напольные отопительные панели; 16 – перепускной клапан; 17 – обратный клапан;
18 – шиберная заслонка; 19 – дымосос; 20 – дымовая труба

Результаты расчетов работы котельного агрегата по разработанной
математической модели

$Q_{ка}/Q_{ном},$ %	100 %		90 %		80 %		70 %		60 %		50 %	
	Без утил.	С утил.	Без утил.	С утил.	Без утил.	С утил.	Без утил.	С утил.	Без утил.	С утил.	Без утил.	С утил.
$\eta_{ка}, \%$	92,63	99,05	93,10	99,054	93,5	99,13	94,06	99,24	94,5	99,38	95,02	99,52
$B_p, \text{м}^3/\text{с}$	0,0368	0,0344	0,033	0,0310	0,0292	0,0275	0,0254	0,0241	0,0216	0,0206	0,0180	0,0171
$t''_{ух}, ^\circ\text{C}$	160	45	150	44	140	43	130	31	120	31	110	31

Обозначения в таблице:

$Q_{ка}$ – тепловая производительность котельного агрегата;

$Q_{ном}$ – номинальная тепловая производительность котельного агрегата;

$\eta_{ка}$ – КПД брутто котельного агрегата, %;

B_p – расчетный расход топлива, $\text{м}^3/\text{с}$;

$t''_{ух}$ – температура уходящих газов на выходе из котла-утилизатора, $^\circ\text{C}$

Список использованных источников

1. Баскаков А. П. Реальные возможности повышения энергетической эффективности газовых отопительных котельных / А. П. Баскаков, В. А. Мунц, Н. Ф. Филипповский, Е. В. Черепанова // Промышленная энергетика. 2005. № 9. С. 22–26.
2. Дьяков А. Ф. Комплексные системы теплоутилизации и газоочистки на паровых и водогрейных котлах; Фиалко Н. М. Эффективность систем утилизации теплоты отходящих газов энергетических установок различного типа / Н. М. Фиалко, Ю. В. Шеренковский, А. И. Степанова, Р. А. Навродская, П. К. Голубинский, М. А. Новаковский // Промышленная теплотехника. 2008. № 3. С. 68–76.
3. Капишников А. П. Конденсационный экономайзер-утилизатор низкпотенциальной теплоты продуктов сгорания / А. П. Капишников // Промышленная энергетика. 1993. № 4. С. 20–21.
4. Попова Е. С., Чайникова М. А., Шемпелев А. Г. Способы утилизации потерь теплоты с уходящими газами водогрейной котельной за счет снижения температуры обратной сетевой воды // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых, 16-19 декабря 2014 г. Екатеринбург : УрФУ, 2014. С. 199-201.
5. Ефимов А. В., Гончаренко А. Л., Гончаренко Л. В. Совершенствование метода теплового расчета конденсационного теплоутилизационного аппарата поверхностного типа, устанавливаемого за котельной установкой // Энергетика: економіка, технології, екологія. 2009. № 1. С. 64–73.